

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-165344

(P2000-165344A)

(43)公開日 平成12年6月16日(2000.6.16)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターミナル(参考)
H 0 4 J 11/00		H 0 4 J 11/00	Z 5 K 0 2 2
H 0 4 B 3/10		H 0 4 B 3/10	Z 5 K 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-336109

(22)出願日 平成10年11月26日(1998. 11. 26)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 須藤 浩章

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内

(72)発明者 今村 大地

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内

(74)代理人 100105050

弁理士 鷲田 公一

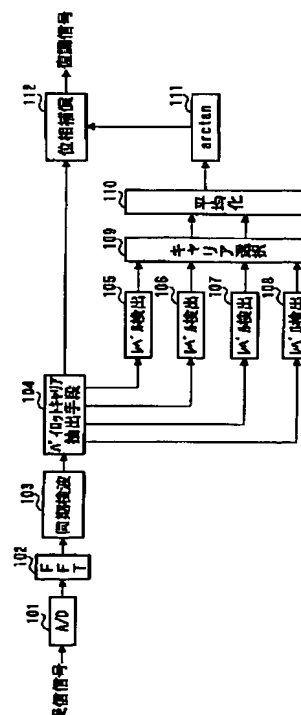
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 OFDM通信装置

(57)【要約】

【課題】 周波数選択性フェージング下でも正確な位相補償を行うこと。

【解決手段】 パイロットキャリア抽出手段104が受信信号中からパイロットキャリアを抽出し、キャリア毎に分け、レベル検出器105～108が各パイロットキャリアの受信レベルを検出し、キャリア選択器109が周波数フェージング等の影響により受信レベルが落ち込んでいるパイロットキャリア以外のキャリアの受信レベルを平均化器110に出力し、平均化器110が平均化処理し、アークタンジェント演算器111が入力された受信レベルから受信信号の位相回転量を算出し、この位相回転量に基づいて位相補償器112が受信信号に対して位相補償を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出するパイロットキャリア抽出手段と、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出するレベル検出手段と、前記複数のパイロットキャリアの中から受信レベルが任意のしきい値を上回るキャリア又は相対的に受信レベルが大きいキャリアを選択するキャリア選択手段と、この選択されたキャリアの受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出する位相回転量算出手段と、を具備することを特徴とするOFDM通信装置。

【請求項 2】 前記キャリア選択手段で選択されたキャリアの受信レベルを平均化する平均化部を有し、この受信レベルの平均値に基づいて前記位相回転量算出手段は前記受信信号の位相回転量を算出することを特徴とする請求項 1 記載のOFDM通信装置。

【請求項 3】 前記キャリア選択手段は、前記抽出されたパイロットキャリアを所定のキャリア数単位に分離し、この各キャリア数単位の中で最も受信レベルが大きいキャリアをそれぞれ選択することを特徴とする請求項 1 記載のOFDM通信装置。

【請求項 4】 OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出するパイロットキャリア抽出手段と、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出するレベル検出手段と、この検出されたキャリア毎の受信レベルに対して各受信レベルの大きさに応じた重み付けを行う重み付け手段と、この重み付けされた受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出する位相回転量算出手段と、を具備することを特徴とするOFDM通信装置。

【請求項 5】 請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載のOFDM通信装置を具備することを特徴とする基地局装置。

【請求項 6】 請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載のOFDM通信装置を具備することを特徴とする通信端末装置。

【請求項 7】 OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出し、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出し、前記複数のパイロットキャリアの中から受信レベルが任意のしきい値を上回るキャリア又は相対的に受信レベルが大きいキャリアを選択し、この選択されたキャリアの受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出することを特徴とするOFDM通信装置の位相回転量算出方法。

【請求項 8】 OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出し、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出し、この検出されたキャリア毎の受信レベルに対して各受信レベルの大きさに応じた重み付けを行い、この重み

付けされた受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出することを特徴とするOFDM通信装置の位相回転量算出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、OFDM通信装置に関し、特に移動体通信システムにおけるOFDM通信装置及びその位相回転量算出方法に関する。

【0002】

【従来の技術】以下、図 4 から図 5 を用いて、従来のOFDM通信装置について説明する。図 4 は、従来のOFDM通信装置の受信系の概略構成を示す要部ブロック図であり、図 5 は、OFDM送受信信号の概略構成を示す模式図である。

【0003】従来のOFDM通信装置では、受信信号は、A/D変換器 401 によってデジタル信号に変換され、FFT回路 402 によってFFT処理され、同期検波器 403 で同期検波が行われる。

【0004】受信信号は、図 5 に示すように、シンボル同期確立のために信号の先頭に配置されたパイロットシンボルの他に、受信信号に対して位相補償を行うためのパイロットキャリアが含まれている。ここでは、図 5 に示すように、4 キャリア含まれているものとする。

【0005】このような構成を持つ受信信号は、パイロットキャリア抽出手段 404 によって、ビット毎に所定の出力がなされ、一番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器 405 へ出力され、以下同様に、二番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器 406 へ、三番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器 407 へ、四番目のパイロットキャリアはレベル検出器 408 へ、パイロットキャリア以外のビット、すなわち受信信号中のユーザ・データに関するビットは位相補償器 411 へ、それぞれ出力される。

【0006】キャリア毎に別々のレベル検出器に入力されたパイロットキャリアは、レベル検出器 405 ~ 408 によってキャリア毎に受信レベルが検出され、平均化器 409 によって全パイロットキャリアの受信レベルの平均値が算出される。

【0007】平均化器 409 の出力である全パイロットキャリアの受信レベルの平均値に対しては、アークタンジェント演算器 410 によってアークタンジェント演算が行われ、受信信号の位相回転量が得られる。

【0008】パイロットキャリア抽出手段 404 によってパイロットキャリアが分離された受信信号の残り、すなわちユーザ・データは、位相補償器 411 によって、アークタンジェント演算器 410 の出力である位相回転量に応じた位相補償が行われる。

【0009】このように、従来のOFDM通信装置は、送信信号に挿入されたパイロットキャリアの平均受信レベルから受信信号の位相回転量を算出する。

10

20

30

40

50

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のOFDM通信装置においては、以下の問題がある。すなわち、周波数選択性フェージング下では、特定周波数だけがフェージングの影響を受けるため、回線全体で受信レベルが落ちるのではなく、いずれかのパイロットキャリアの受信レベルのみがフェージングの影響により大きく落ち込むことが考えられる。このような場合に、全パイロットキャリアの受信レベルの平均値を取ると、算出結果は大きく落ち込んだキャリアの受信レベルに引きずられるため、受信レベルの検出精度が落ち、更には受信信号の位相回転量の検出精度が下がる。

【0011】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、周波数選択性フェージング下でも正確な位相回転量を算出することができるOFDM通信装置及びその位相回転量算出方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の骨子は、周波数選択性フェージング等の影響によって受信レベルが著しく落ち込んだパイロットキャリアは、位相回転量算出に用いないことによって、位相回転量の算出精度を高めることである。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の第1の態様に係るOFDM通信装置は、OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出するパイロットキャリア抽出手段と、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出するレベル検出手段と、前記複数のパイロットキャリアの中から受信レベルが任意のしきい値を上回るキャリア又は相対的に受信レベルが大きいキャリアを選択するキャリア選択手段と、この選択されたキャリアの受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出する位相回転量算出手段と、を具備する構成を採る。

【0014】この構成によれば、パイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルに基づいて受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0015】本発明の第2の態様に係るOFDM通信装置は、第1の態様において、前記キャリア選択手段で選択されたキャリアの受信レベルを平均化する平均化部を有し、この受信レベルの平均値に基づいて前記位相回転量算出手段は前記受信信号の位相回転量を算出する構成を採る。

【0016】この構成によれば、パイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルの平均値から受信信号の位相回転量を算出するため、

周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0017】本発明の第3の態様に係るOFDM通信装置は、第1の態様において、前記キャリア選択手段は、前記抽出されたパイロットキャリアを所定のキャリア数単位に分離し、この各キャリア数単位の中で最も受信レベルが大きいキャリアをそれぞれ選択する構成を採る。

【0018】この構成によれば、簡易にパイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいるキャリアを受信信号の位相回転量算出から除外することができるため、装置を簡素化することができる。

【0019】本発明の第4の態様に係る基地局装置は、OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出するパイロットキャリア抽出手段と、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出するレベル検出手段と、この検出されたキャリア毎の受信レベルに対して各受信レベルの大きさに応じた重み付けを行う重み付け手段と、この重み付けされた受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出する位相回転量算出手段と、を具備する構成を採る。

【0020】この構成によれば、パイロットキャリアのうち、受信レベルが落ち込んでいるキャリアの受信レベルの影響は小さく、受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルの影響は大きく、反映させた上で受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0021】本発明の第5の態様に係る基地局装置は、第1の態様から第4の態様のいずれかにおけるOFDM通信装置を具備する構成を採る。

【0022】この構成によれば、周波数選択性フェージングによる影響を除去することができるため、回線品質を良好に保つことができる。

【0023】本発明の第6の態様に係る通信端末装置は、第1の態様から第4の態様のいずれかにおけるOFDM通信装置を具備する構成を採る。

【0024】この構成によれば、周波数選択性フェージングによる影響を除去することができるため、回線品質を良好に保つことができる。

【0025】本発明の第7の態様に係るOFDM通信方法は、OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出し、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出し、前記複数のパイロットキャリアの中から受信レベルが任意のしきい値を上回るキャリア又は相対的に受信レベルが大きいキャリアを選択し、この選択されたキャリアの受信レ

10

20

30

40

50

ベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出するようにした。

【0026】この構成によれば、パイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルに基づいて受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0027】本発明の第8の態様に係るOFDM通信装置は、OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出し、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出し、この検出されたキャリア毎の受信レベルに対して各受信レベルの大きさに応じた重み付けを行い、この重み付けされた受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出するようにした。

【0028】この構成によれば、パイロットキャリアのうち、受信レベルが落ち込んでいるキャリアの受信レベルの影響は小さく、受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルの影響は大きく、反映させた上で受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0029】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0030】（実施の形態1）本実施の形態に係るOFDM通信装置は、4つのパイロットキャリアのうち受信レベルの高い2キャリアだけを平均化し位相回転量を算出するものである。

【0031】以下、図1を用いて、本実施の形態に係るOFDM通信装置について説明する。図1は、本発明の実施の形態1に係るOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図である。

【0032】図1において、A/D変換器101は、受信信号をデジタル信号に変換し、高速フーリエ変換（FFT）器102は、デジタル信号に変換された受信信号に対してFFT処理を行い、同期検波器103は、FFT処理後の受信信号に対して同期検波処理を行う。

【0033】パイロットキャリア抽出手段404は、同期検波処理後の受信信号をビット毎に所定の出力、すなわち、一番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器105へ、二番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器106へ、三番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器107へ、四番目のパイロットキャリアはレベル検出器108へ、パイロットキャリア以外のビットは位相補償器112へ、それぞれ出力する。

【0034】レベル検出器105～108はそれぞれ、

入力された各パイロットキャリアの受信レベルを検出し、キャリア選択器109は、全パイロットキャリア（ここでは4キャリア）の中から受信信号の位相回転量算出に用いる受信レベルが良好な任意のキャリア（ここでは2キャリア）を選択する。この選択方法については後に詳述する。

【0035】平均化器110は、入力された複数系列の信号の各受信レベルの平均値を算出し、アークタンジェント演算器111は、入力された受信レベルの平均値に対してアークタンジェント演算を行って位相回転量を算出し、位相補償器112は、アークタンジェント演算器111の算出した位相回転量に基づいて受信信号の位相回転を補償する。

【0036】次いで、上記構成を有するOFDM通信装置の動作について説明する。

【0037】受信信号は、A/D変換器101によってデジタル信号に変換され、FFT回路102によってFFT処理され、同期検波器103で同期検波が行われる。

【0038】同期検波処理された受信信号は、パイロットキャリア抽出手段104によってパイロットキャリアが抽出され、抽出されたパイロットキャリアはキャリア毎にレベル検出器105～108に入力される。パイロットキャリア以外の受信信号、すなわちユーザ・データは位相補償器112へ入力される。

【0039】パイロットキャリアは、キャリア毎にレベル検出器105～108によって受信レベルが検出され、キャリア選択器109によって受信状態が良好なキャリア（ここでは2キャリア）が選択される。この選択方法については後述する。選択されたキャリアの受信レベルは、平均化器110によって平均化処理される。

【0040】平均化器110の出力である選択されたパイロットキャリアの受信レベルの平均値に対しては、アークタンジェント演算器111によってアークタンジェント演算が行われ、受信信号の位相回転量が得られる。

【0041】パイロットキャリア抽出手段104によってパイロットキャリアが分離された受信信号の残り、すなわちユーザ・データは、位相補償器112によって、アークタンジェント演算器111の出力である位相回転量に応じた位相補償が行われる。

【0042】このように、本実施の形態によれば、送信信号に挿入されたパイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいるキャリア以外のキャリアの受信レベルを用いて受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングが位相回転量算出に及ぼす影響を除去することができる。

【0043】以下、上記構成のうち、キャリア選択器109におけるパイロットキャリアの選択方法について説明する。

【0044】既に述べたように、キャリア選択器109

の役割は、周波数選択性フェージング等の影響により受信レベルが著しく落ち込んでいるパイロットキャリアの受信レベルが平均化器110に入力されないようにすることであるため、その方法はいくつか考えられる。

【0045】以下、図2を用いて、キャリア選択器109の一構成例を説明する。図2において、減算器201は、4つのパイロットキャリアのうち、一番目のパイロットキャリアの受信レベルと二番目のパイロットキャリアの受信レベルとを減算処理し、判定部202において大小判定し、この判定結果に基づいてセクタ203は受信レベルが大きい方のパイロットキャリアの受信レベルを平均化器110に出力する。

【0046】三番目のパイロットキャリアと四番目のパイロットキャリアについても同様に、減算器204は、4つのパイロットキャリアのうち、三番目のパイロットキャリアの受信レベルと四番目のパイロットキャリアの受信レベルとを減算処理し、判定部205において大小判定し、この判定結果に基づいてセクタ206は受信レベルが大きい方のパイロットキャリアの受信レベルを平均化器110に出力する。

【0047】このように、4つのパイロットキャリアの受信レベルを、隣り合う2キャリアずつ比較し、それぞれ受信レベルの高い方を出力するようにすることによって、受信レベルが落ち込んだキャリアは平均化器に入力されないようにすることができるため、簡素な構成で位相回転量算出の精度を高めることができる。

【0048】キャリア選択器109は、受信レベルが著しく落ち込んでいるパイロットキャリアの受信レベルを位相回転量算出から除去することが目的であるため、上記2キャリアを選択する構成以外にも任意の構成を採ることができ、例えば、すべてのパイロットキャリアの受信レベルを任意のしきい値とそれぞれ大小比較し、上回るものだけを平均化器110に入力する、等の方法も考えられる。

【0049】なお、キャリア選択器109におけるキャリア選択方法として、受信レベルが最も大きいパイロットキャリアの受信レベルのみを用いる、等のキャリア選択器109から出力される受信レベルが一キャリア分となるような選択方法が設定されれば、平均化器110を省く構造とすることができる。

【0050】（実施の形態2）本実施の形態に係るOFDM通信装置は、実施の形態1と同様の構成を有し、但し重み付けをした上ですべてのパイロットキャリアの受信レベルを位相回転量算出に用いるものである。

【0051】以下、図3を用いて、本実施の形態に係るOFDM通信装置について説明する。図3は、本発明の実施の形態2に係るOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図である。なお、図1と同様の構成には同じ符号を付し、詳しい説明は省略する。

【0052】レベル検出器105～108によって検出

された4つのパイロットキャリアの受信レベルは、重み付けされ、アークタンジェント演算器111に入力される。以下、この重み付けについて説明する。

【0053】レベル検出器105～108の出力である各受信レベルは、加算器301によって加算処理されてパイロットキャリアの受信レベルの総和が算出され、除算器302によって各受信レベルは受信レベル和によって除されて各受信レベルの総和に対する割合が算出され、乗算器303によって各受信レベルの総和に対する割合が各受信レベルに乗ぜられてそれぞれの受信レベルの大きさに応じた重み付けがなされ、加算器304によって加算されて重み付けが加えられた受信レベルの平均値が得られる。

【0054】このように、本実施の形態によれば、すべてのパイロットキャリアの受信レベルを用いて各受信レベルの大きさに応じた重み付けを行い、受信レベルが大きいキャリアの受信レベルの影響は大きく反映され、受信レベルが小さいキャリアの受信レベルの影響は小さく反映された平均受信レベルを用いて受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングが位相回転量算出に及ぼす影響を低減することができる。

【0055】なお、上記実施の形態1及び実施の形態2においては、受信信号中に含まれるパイロットキャリア数が4キャリアの場合について説明したが、本発明はパイロットキャリア数に依らず適用することができる。又、本発明の適用により算出精度が向上した受信信号の位相回転量は、上記述べた位相補償以外に用いることもできる。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、周波数選択性フェージング下でも正確な位相回転量を算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係るOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図

【図2】本発明の実施の形態1に係るOFDM通信装置のキャリア選択器の一構成例を示す要部ブロック図

【図3】本発明の実施の形態2に係るOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図

【図4】従来のOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図

【図5】OFDM送受信信号の概略構成を示す模式図

【符号の説明】

104 パイロットキャリア抽出手段

105～108 レベル検出器

109 キャリア選択器

110 平均化器

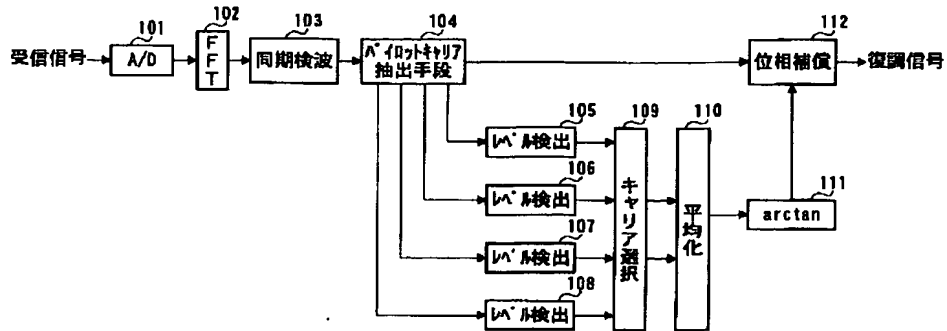
301 加算器

302 除算器

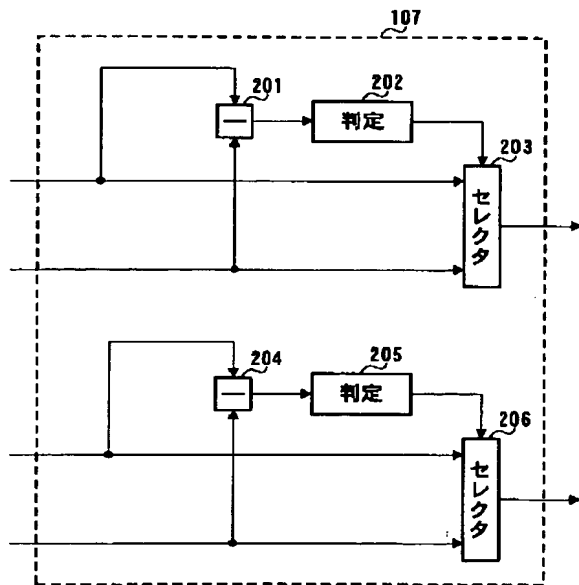
303 乗算器

304 加算器

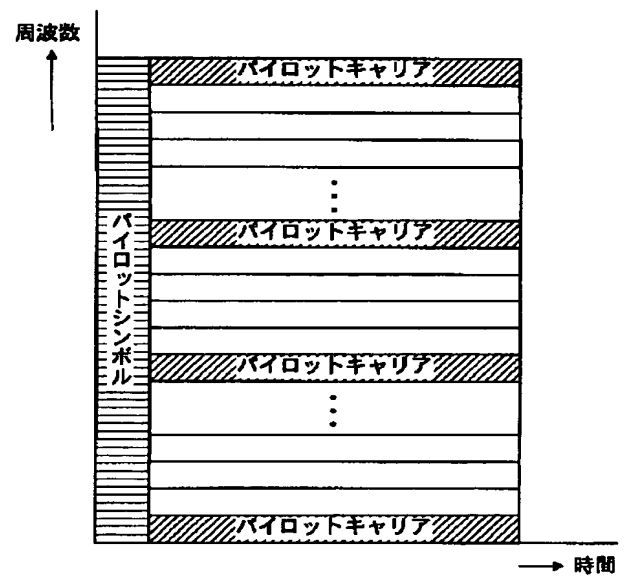
【図 1】



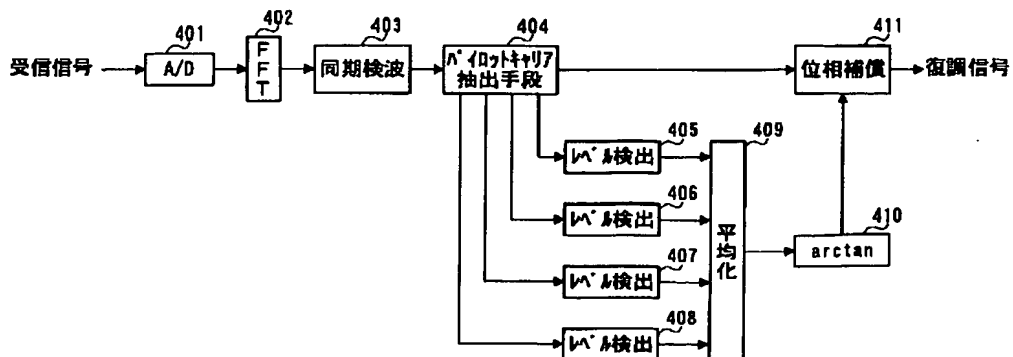
【図 2】



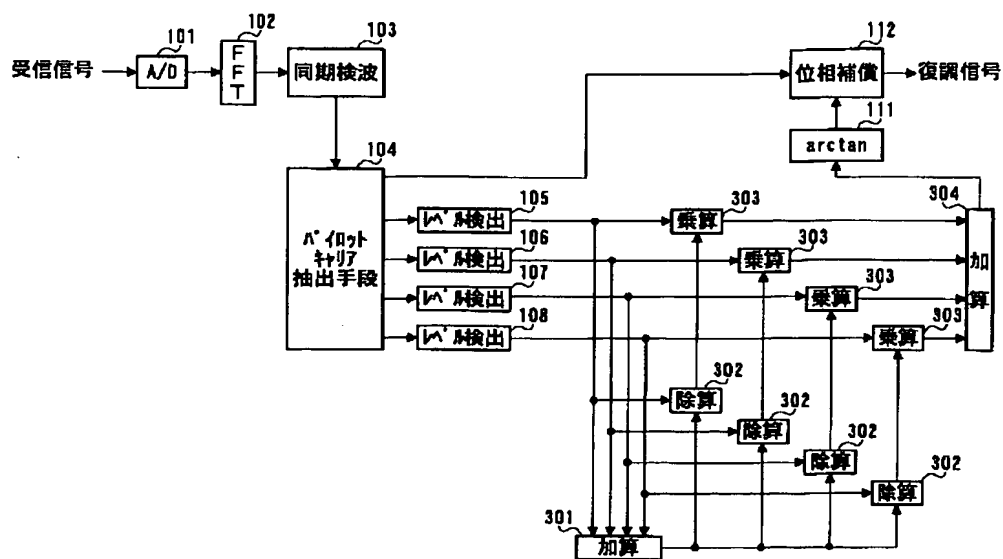
【図 5】



【図 4】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 石川 公彦
 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1
 号 松下通信工業株式会社内

Fターム(参考) 5K022 DD13 DD18 DD19 DD33 DD43
 DD44
 5K046 AA05 DD11 EE16 EE42 EE55
 EF05 EF46 EF52

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

5

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000165344 A

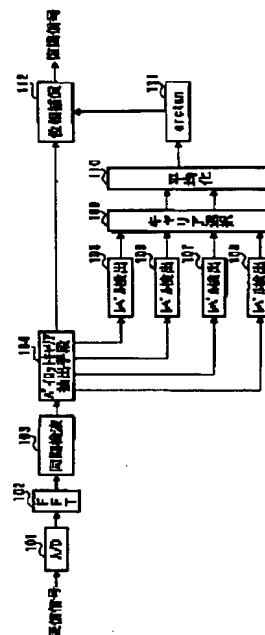
(43) Date of publication of application: 16.06.00

(54) OFDM COMMUNICATION UNIT

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain accurate phase compensation even under an environment where frequency selective fading takes place.

SOLUTION: A pilot carrier extract means 104 extracts a pilot carrier from a received signal and divides it into each carrier, level detectors 105-108 detect a reception level of each pilot carrier, and a carrier selector 109 outputs reception levels of carriers other than the pilot carrier whose reception level is decreased due to the effect of frequency fading or the like to an averaging device 110, which applies averaging processing to the reception levels, an arc tangent arithmetic unit 111 calculates a phase rotation amount of the received signal on the basis of the received levels and a phase compensation device 112 applies phase compensation to the received signal on the basis of the phase rotation amount.



COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(51) Int. Cl

H04J 11/00
H04B 3/10

(21) Application number: 10336109

(22) Date of filing: 26.11.98

(71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(72) Inventor: SUDO HIROAKI
IMAMURA DAICHI
ISHIKAWA KIMIHIKO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-165344

(P2000-165344A)

(43)公開日 平成12年 8 月16日 (2000. 6. 16)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	チーコード*(参考)
H 0 4 J 11/00		H 0 4 J 11/00	Z 5 K 0 2 2
H 0 4 B 3/10		H 0 4 B 3/10	Z 5 K 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-336109

(22)出願日 平成10年11月26日(1998. 11. 26)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 須藤 浩章

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(72)発明者 今村 大地

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(74)代理人 100105050

弁理士 鷲田 公一

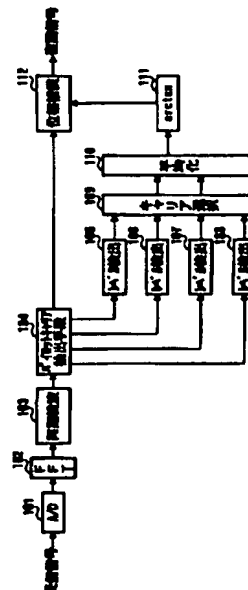
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 OFDM通信装置

(57)【要約】

【課題】 周波数選択性フェージング下でも正確な位相補償を行うこと。

【解決手段】 パイロットキャリア抽出手段104が受信信号中からパイロットキャリアを抽出し、キャリア毎に分け、レベル検出器105～108が各パイロットキャリアの受信レベルを検出し、キャリア選択器109が周波数フェージング等の影響により受信レベルが落ち込んでいるパイロットキャリア以外のキャリアの受信レベルを平均化器110に出力し、平均化器110が平均化処理し、アークタンジェント演算器111が入力された受信レベルから受信信号の位相回転量を算出し、この位相回転量に基づいて位相補償器112が受信信号に対して位相補償を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出するパイロットキャリア抽出手段と、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出するレベル検出手段と、前記複数のパイロットキャリアの中から受信レベルが任意のしきい値を上回るキャリア又は相対的に受信レベルが大きいキャリアを選択するキャリア選択手段と、この選択されたキャリアの受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出する位相回転量算出手段と、を具備することを特徴とするOFDM通信装置。

【請求項2】 前記キャリア選択手段で選択されたキャリアの受信レベルを平均化する平均化部を有し、この受信レベルの平均値に基づいて前記位相回転量算出手段は前記受信信号の位相回転量を算出することを特徴とする請求項1記載のOFDM通信装置。

【請求項3】 前記キャリア選択手段は、前記抽出されたパイロットキャリアを所定のキャリア数単位に分離し、この各キャリア数単位の中で最も受信レベルが大きいキャリアをそれぞれ選択することを特徴とする請求項1記載のOFDM通信装置。

【請求項4】 OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出するパイロットキャリア抽出手段と、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出するレベル検出手段と、この検出されたキャリア毎の受信レベルに対して各受信レベルの大きさに応じた重み付けを行う重み付け手段と、この重み付けされた受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出する位相回転量算出手段と、を具備することを特徴とするOFDM通信装置。

【請求項5】 請求項1から請求項4のいずれかに記載のOFDM通信装置を具備することを特徴とする基地局装置。

【請求項6】 請求項1から請求項4のいずれかに記載のOFDM通信装置を具備することを特徴とする通信端末装置。

【請求項7】 OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出し、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出し、前記複数のパイロットキャリアの中から受信レベルが任意のしきい値を上回るキャリア又は相対的に受信レベルが大きいキャリアを選択し、この選択されたキャリアの受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出することを特徴とするOFDM通信装置の位相回転量算出方法。

【請求項8】 OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出し、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出し、この検出されたキャリア毎の受信レベルに対して各受信レベルの大きさに応じた重み付けを行い、この重み

付けされた受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出することを特徴とするOFDM通信装置の位相回転量算出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、OFDM通信装置に関し、特に移動体通信システムにおけるOFDM通信装置及びその位相回転量算出方法に関する。

【0002】

10 【従来の技術】 以下、図4から図5を用いて、従来のOFDM通信装置について説明する。図4は、従来のOFDM通信装置の受信系の概略構成を示す要部ブロック図であり、図5は、OFDM送受信信号の概略構成を示す模式図である。

【0003】 従来のOFDM通信装置では、受信信号は、A/D変換器401によってデジタル信号に変換され、FFT回路402によってFFT処理され、同期検波器403で同期検波が行われる。

20 【0004】 受信信号は、図5に示すように、シンボル同期確立のために信号の先頭に配置されたパイロットシンボルの他に、受信信号に対して位相補償を行うためのパイロットキャリアが含まれている。ここでは、図5に示すように、4キャリア含まれているものとする。

30 【0005】 このような構成を持つ受信信号は、パイロットキャリア抽出手段404によって、ビット毎に所定の出力がなされ、一番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器405へ出力され、以下同様に、二番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器406へ、三番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器407へ、四番目のパイロットキャリアはレベル検出器408へ、パイロットキャリア以外のビット、すなわち受信信号中のユーザ・データに関するビットは位相補償器411へ、それぞれ出力される。

【0006】 キャリア毎に別々のレベル検出器に入力されたパイロットキャリアは、レベル検出器405～408によってキャリア毎に受信レベルが検出され、平均化器409によって全パイロットキャリアの受信レベルの平均値が算出される。

40 【0007】 平均化器409の出力である全パイロットキャリアの受信レベルの平均値に対しては、アークタンジェント演算器410によってアークタンジェント演算が行われ、受信信号の位相回転量が得られる。

【0008】 パイロットキャリア抽出手段404によってパイロットキャリアが分離された受信信号の残り、すなわちユーザ・データは、位相補償器411によって、アークタンジェント演算器410の出力である位相回転量に応じた位相補償が行われる。

50 【0009】 このように、従来のOFDM通信装置は、送信信号に挿入されたパイロットキャリアの平均受信レベルから受信信号の位相回転量を算出する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のOFDM通信装置においては、以下の問題がある。すなわち、周波数選択性フェージング下では、特定周波数だけがフェージングの影響を受けるため、回線全体で受信レベルが落ちるのではなく、いずれかのパイロットキャリアの受信レベルのみがフェージングの影響により大きく落ち込むことが考えられる。このような場合に、全パイロットキャリアの受信レベルの平均値を取ると、算出結果は大きく落ち込んだキャリアの受信レベルに引きずられるため、受信レベルの検出精度が落ち、更には受信信号の位相回転量の検出精度が下がる。

【0011】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、周波数選択性フェージング下でも正確な位相回転量を算出することができるOFDM通信装置及びその位相回転量算出方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の骨子は、周波数選択性フェージング等の影響によって受信レベルが著しく落ち込んだパイロットキャリアは、位相回転量算出に用いないことによって、位相回転量の算出精度を高めることである。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の第1の態様に係るOFDM通信装置は、OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出するパイロットキャリア抽出手段と、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出するレベル検出手段と、前記複数のパイロットキャリアの中から受信レベルが任意のしきい値を上回るキャリア又は相対的に受信レベルが大きいキャリアを選択するキャリア選択手段と、この選択されたキャリアの受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出する位相回転量算出手段と、を具備する構成を採る。

【0014】この構成によれば、パイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルに基づいて受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0015】本発明の第2の態様に係るOFDM通信装置は、第1の態様において、前記キャリア選択手段で選択されたキャリアの受信レベルを平均化する平均化部を有し、この受信レベルの平均値に基づいて前記位相回転量算出手段は前記受信信号の位相回転量を算出する構成を採る。

【0016】この構成によれば、パイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルの平均値から受信信号の位相回転量を算出するため、

周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0017】本発明の第3の態様に係るOFDM通信装置は、第1の態様において、前記キャリア選択手段は、前記抽出されたパイロットキャリアを所定のキャリア数単位に分離し、この各キャリア数単位の中で最も受信レベルが大きいキャリアをそれぞれ選択する構成を採る。

10 【0018】この構成によれば、簡易にパイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいるキャリアを受信信号の位相回転量算出から除外することができるため、装置を簡素化することができる。

【0019】本発明の第4の態様に係る基地局装置は、OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出するパイロットキャリア抽出手段と、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出するレベル検出手段と、この検出されたキャリア毎の受信レベルに対して各受信レベルの大きさに応じた重み付けを行う重み付け手段と、この重み付けされた受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出する位相回転量算出手段と、を具備する構成を採る。

20 【0020】この構成によれば、パイロットキャリアのうち、受信レベルが落ち込んでいるキャリアの受信レベルの影響は小さく、受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルの影響は大きく、反映させた上で受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0021】本発明の第5の態様に係る基地局装置は、第1の態様から第4の態様のいずれかにおけるOFDM通信装置を具備する構成を採る。

【0022】この構成によれば、周波数選択性フェージングによる影響を除去することができるため、回線品質を良好に保つことができる。

【0023】本発明の第6の態様に係る通信端末装置は、第1の態様から第4の態様のいずれかにおけるOFDM通信装置を具備する構成を採る。

40 【0024】この構成によれば、周波数選択性フェージングによる影響を除去することができるため、回線品質を良好に保つことができる。

【0025】本発明の第7の態様に係るOFDM通信方法は、OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出し、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出し、前記複数のパイロットキャリアの中から受信レベルが任意のしきい値を上回るキャリア又は相対的に受信レベルが大きいキャリアを選択し、この選択されたキャリアの受信レ

ベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出するようにした。

【0026】この構成によれば、パイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルに基づいて受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0027】本発明の第8の態様に係るOFDM通信装置は、OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出し、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出し、この抽出されたキャリア毎の受信レベルに対して各受信レベルの大きさに応じた重み付けを行い、この重み付けされた受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出するようにした。

【0028】この構成によれば、パイロットキャリアのうち、受信レベルが落ち込んでいるキャリアの受信レベルの影響は小さく、受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルの影響は大きく、反映させた上で受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0029】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0030】（実施の形態1）本実施の形態に係るOFDM通信装置は、4つのパイロットキャリアのうち受信レベルの高い2キャリアだけを平均化し位相回転量を算出するものである。

【0031】以下、図1を用いて、本実施の形態に係るOFDM通信装置について説明する。図1は、本発明の実施の形態1に係るOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図である。

【0032】図1において、A/D変換器101は、受信信号をデジタル信号に変換し、高速フーリエ変換（FFT）器102は、デジタル信号に変換された受信信号に対してFFT処理を行い、同期検波器103は、FFT処理後の受信信号に対して同期検波処理を行う。

【0033】パイロットキャリア抽出手段404は、同期検波処理後の受信信号をビット毎に所定の出力、すなわち、一番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器105へ、二番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器106へ、三番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器107へ、四番目のパイロットキャリアはレベル検出器108へ、パイロットキャリア以外のビットは位相補償器112へ、それぞれ出力する。

【0034】レベル検出器105～108はそれぞれ、

入力された各パイロットキャリアの受信レベルを検出し、キャリア選択器109は、全パイロットキャリア（ここでは4キャリア）の中から受信信号の位相回転量算出に用いる受信レベルが良好な任意のキャリア（ここでは2キャリア）を選択する。この選択方法については後に詳述する。

【0035】平均化器110は、入力された複数系列の信号の各受信レベルの平均値を算出し、アークタンジェント演算器111は、入力された受信レベルの平均値に対してアークタンジェント演算を行って位相回転量を算出し、位相補償器112は、アークタンジェント演算器111の算出した位相回転量に基づいて受信信号の位相回転を補償する。

【0036】次いで、上記構成を有するOFDM通信装置の動作について説明する。

【0037】受信信号は、A/D変換器101によってデジタル信号に変換され、FFT回路102によってFFT処理され、同期検波器103で同期検波が行われる。

【0038】同期検波処理された受信信号は、パイロットキャリア抽出手段104によってパイロットキャリアが抽出され、抽出されたパイロットキャリアはキャリア毎にレベル検出器105～108に入力される。パイロットキャリア以外の受信信号、すなわちユーザ・データは位相補償器112へ入力される。

【0039】パイロットキャリアは、キャリア毎にレベル検出器105～108によって受信レベルが検出され、キャリア選択器109によって受信状態が良好なキャリア（ここでは2キャリア）が選択される。この選択方法については後述する。選択されたキャリアの受信レベルは、平均化器110によって平均化処理される。

【0040】平均化器110の出力である選択されたパイロットキャリアの受信レベルの平均値に対しては、アークタンジェント演算器111によってアークタンジェント演算が行われ、受信信号の位相回転量が得られる。

【0041】パイロットキャリア抽出手段104によってパイロットキャリアが分離された受信信号の残り、すなわちユーザ・データは、位相補償器112によって、アークタンジェント演算器111の出力である位相回転量に応じた位相補償が行われる。

【0042】このように、本実施の形態によれば、送信信号に挿入されたパイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいるキャリア以外のキャリアの受信レベルを用いて受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングが位相回転量算出に及ぼす影響を除去することができる。

【0043】以下、上記構成のうち、キャリア選択器109におけるパイロットキャリアの選択方法について説明する。

【0044】既に述べたように、キャリア選択器109

の役割は、周波数選択性フェージング等の影響により受信レベルが著しく落ち込んでいるパイロットキャリアの受信レベルが平均化器110に入力されないようにすることであるため、その方法はいくつか考えられる。

【0045】以下、図2を用いて、キャリア選択器109の一構成例を説明する。図2において、減算器201は、4つのパイロットキャリアのうち、一番目のパイロットキャリアの受信レベルと二番目のパイロットキャリアの受信レベルとを減算処理し、判定部202において大小判定し、この判定結果に基づいてセクタ203は受信レベルが大きい方のパイロットキャリアの受信レベルを平均化器110に出力する。

【0046】三番目のパイロットキャリアと四番目のパイロットキャリアについても同様に、減算器204は、4つのパイロットキャリアのうち、三番目のパイロットキャリアの受信レベルと四番目のパイロットキャリアの受信レベルとを減算処理し、判定部205において大小判定し、この判定結果に基づいてセクタ206は受信レベルが大きい方のパイロットキャリアの受信レベルを平均化器110に出力する。

【0047】このように、4つのパイロットキャリアの受信レベルを、隣り合う2キャリアずつ比較し、それぞれ受信レベルの高い方を出力するようにすることによって、受信レベルが落ち込んだキャリアは平均化器に入力されないようにすることができるため、簡素な構成で位相回転量算出の精度を高めることができる。

【0048】キャリア選択器109は、受信レベルが著しく落ち込んでいるパイロットキャリアの受信レベルを位相回転量算出から除去することが目的であるため、上記2キャリアを選択する構成以外にも任意の構成を採用ことができ、例えば、すべてのパイロットキャリアの受信レベルを任意のしきい値とそれぞれ大小比較し、上回るものだけを平均化器110に入力する、等の方法も考えられる。

【0049】なお、キャリア選択器109におけるキャリア選択方法として、受信レベルが最も大きいパイロットキャリアの受信レベルのみを用いる、等のキャリア選択器109から出力される受信レベルが一キャリア分となるような選択方法が設定されれば、平均化器110を省く構造とすることができる。

【0050】（実施の形態2）本実施の形態に係るOFDM通信装置は、実施の形態1と同様の構成を有し、但し重み付けをした上ですべてのパイロットキャリアの受信レベルを位相回転量算出に用いるものである。

【0051】以下、図3を用いて、本実施の形態に係るOFDM通信装置について説明する。図3は、本発明の実施の形態2に係るOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図である。なお、図1と同様の構成には同じ符号を付し、詳しい説明は省略する。

【0052】レベル検出器105～108によって検出

された4つのパイロットキャリアの受信レベルは、重み付けされ、アークタンジェント演算器111に入力される。以下、この重み付けについて説明する。

【0053】レベル検出器105～108の出力である各受信レベルは、加算器301によって加算処理されてパイロットキャリアの受信レベルの総和が算出され、除算器302によって各受信レベルは受信レベル和によって除されて各受信レベルの総和に対する割合が算出され、乗算器303によって各受信レベルの総和に対する割合が各受信レベルに乗ぜられてそれぞれの受信レベルの大きさに応じた重み付けがなされ、加算器304によって加算されて重み付けが加えられた受信レベルの平均値が得られる。

【0054】このように、本実施の形態によれば、すべてのパイロットキャリアの受信レベルを用いて各受信レベルの大きさに割合に応じた重み付けを行い、受信レベルが大きいキャリアの受信レベルの影響は大きく反映され、受信レベルが小さいキャリアの受信レベルの影響は小さく反映された平均受信レベルを用いて受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングが位相回転量算出に及ぼす影響を低減することができる。

【0055】なお、上記実施の形態1及び実施の形態2においては、受信信号中に含まれるパイロットキャリア数が4キャリアの場合について説明したが、本発明はパイロットキャリア数に依らず適用することができる。又、本発明の適用により算出精度が向上した受信信号の位相回転量は、上記述べた位相補償以外に用いることもできる。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、周波数選択性フェージング下でも正確な位相回転量を算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係るOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図

【図2】本発明の実施の形態1に係るOFDM通信装置のキャリア選択器の一概略構成例を示す要部ブロック図

【図3】本発明の実施の形態2に係るOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図

【図4】従来のOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図

【図5】OFDM送受信信号の概略構成を示す模式図

【符号の説明】

104 パイロットキャリア抽出手段

105～108 レベル検出器

109 キャリア選択器

110 平均化器

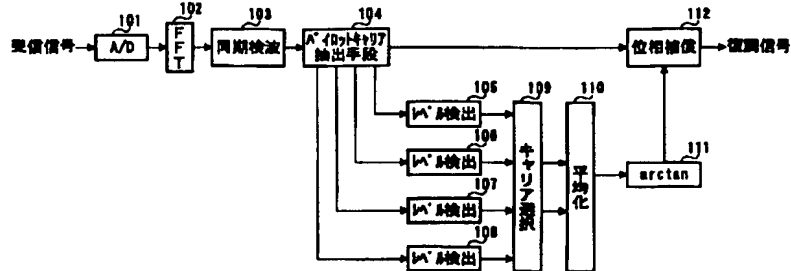
301 加算器

302 除算器

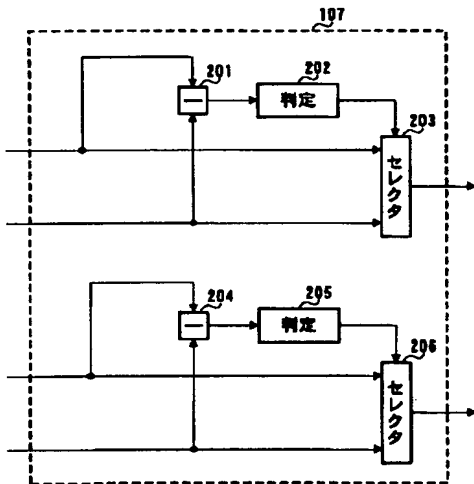
303 乗算器

304 加算器

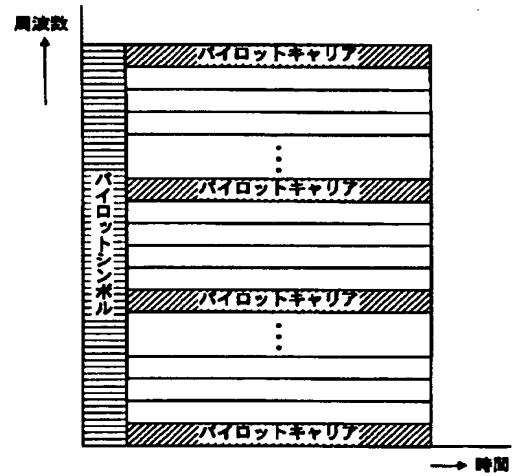
【図1】



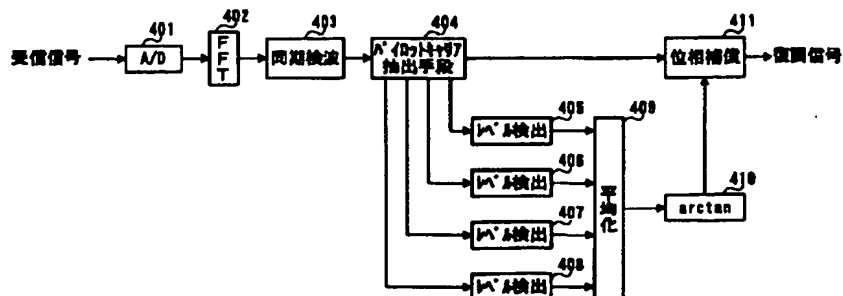
【図2】



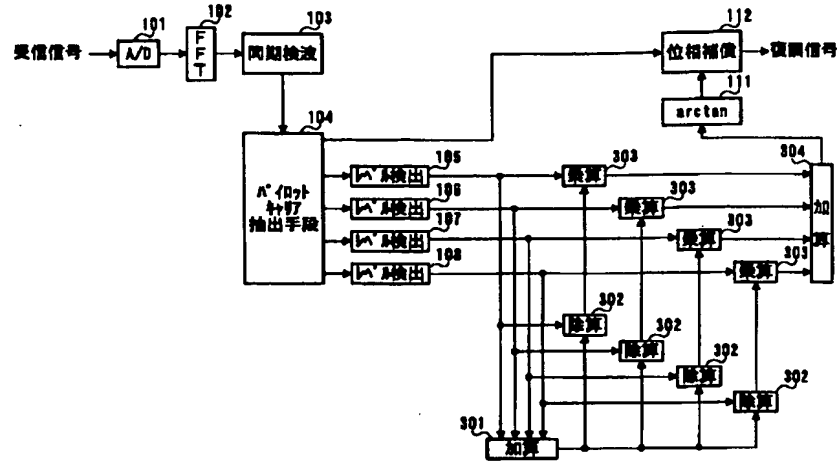
【図5】



【図4】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 石川 公彦
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

Fターム(参考) 5K022 DD13 DD18 DD19 DD33 DD43
DD44
5K046 AA05 DD11 EE16 EE42 EE55
EF05 EF46 EF52